Kann der Ascorbinsäure-Gehalt in der Kartoffel den täglichen Vitamin C-Bedarf decken?

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Heinrich Burchard
aus Bochum.

Bochum 1940
Braun-Druck Bochum.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

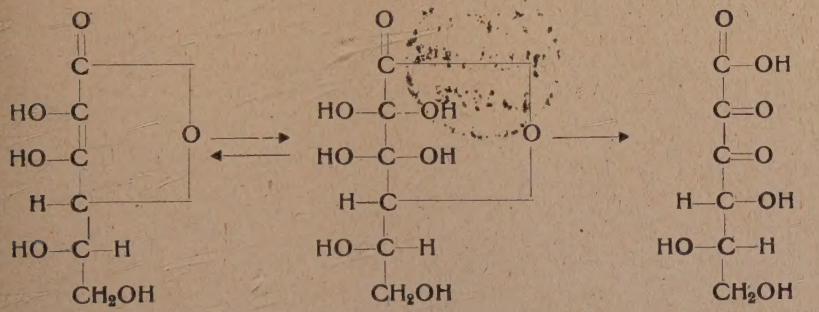
Referent:

Professor Dr. A. Hahn.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A: Vitamin C-Forschung.

Unter den therapeutisch wichtigen Stoffen, die uns die physiologische Chemie zugängig gemacht hat, nehmen die Vitamine die erste Stelle ein. Etwas über ihre chemische Natur in Erfahrung zu bringen, war schon seit Jahrzehnten Gegenstand wissenschaftlicher Forschungsarbeit. Die genaue Kenntnis von dem chemischen Aufbau ist aber erst jungen Datums. Es ist das Verdienst des Frankfurter Nahrungsmittelchemikers Tillmanns[1]), 1930/32 nachgewiesen zu haben, daß dem Vitamin C-Gehalte der Lebensmittel der Gehalt an einer stark reduzierenden, d. h. selbst leicht oxidierbaren Substanz parallel geht. Er sprach daraufhin die Vermutung aus, daß eine schon 1928 von Szent Gyoergyi[2]) aus Nebennieren, Orangen und Kohl isolierte Substanz das Vitamin C sei. Diese Säure hatte Szent Gyoergyi wegen ihrer nahen Verwandtschaft mit den Hexosen Hexuronsäure benannt. Kurz darauf zeigte dann Svirbely[3]) und Szent Gyoergyi in Tierschutzversuchen, daß diese Säure wirklich mit dem antiscorbutischen Stoff identisch ist und gaben ihr den jetzt allgemein gebräuchlichen Namen Ascorbinsäure. Es erfolgte dann dank den Bemühungen zahlreicher Forscher sehr rasch die Aufklärung der genauen chemischen Struktur (Formel 1), und 1934 ist es denn auch Reichstein als erstem gelungen, die Ueberführung des Traubenzuckers in Ascorbinsäure durchzuführen.



Die auf diese Weise synthetisierte reine Ascorbinsäure bildet farblose Kristalle vom Schmelzpunkt 190°, die in Wasser sehr

leicht löslich sind. Die in chemischer und physiologischer Hinsicht wichtigste Eigenschaft der Ascorbinsäure ist ihr starkes Reduktionsvermögen. Als Reduktionsmittel ist sie ebenfalls leicht oxydierbar, besonders in neutraler oder alkalischer Lösung. Bei dieser Oxydation geht die Ascorbinsäure zuerst in Dehydroascorbinsäure, eine sehr labile Verbindung, über, die leicht wieder zur Ascorbinsäure zurückreduziert werden kann (Formel 2). Bei weiterer Oxydation geht die Dehydroascorbinsäure, die übrigens noch volle antiscorbutische Wirkung besitzen soll, wahrscheinlich in 2,3-Diketo-l-Gulonsäure über. Diese Verbindung läßt sich nicht mehr zu Vitamin C reduzieren.

B: Vitamin C-Tagesbedarf.

Für den Ernährungsphysiologen ist es von großer Bedeutung, den Tagesbedarf des Menschen an Vitamin C möglichst genau zu kennen, um beurteilen zu können, inwieweit dem Menschen in seiner Nahrung die erforderlichen Mengen zugeführt werden müssen. Ueber diese nötigen Bedarfsmengen herrscht heute unter den Forschern noch keine vollständige Uebereinstimmung. Es ist daher unumgänglich, sich kurz mit den Bestimmungsmethoden für für das Vitamin C zu befassen, wenn man zu einer kritischen Wertung der Angaben über den Tagesverbrauch kommen will.

a) Vitamin C-Bestimmungsmethoden im allgemeinen.

Zur quantitativen Messung von Ascorbinsäuremengen stehen uns zwei prinzipiell verschiedene Wege zur Verfügung: Die biologische Prüfung und die chemische Analyse. Die biologische Bestimmung geht von folgenden Grundsätzen aus. Meerschweinchen entwickeln bei vitamin C-freier Ernährung in einer ganz bestimmten Zeit Scorbut, an dem die Tiere schließlich zu Grunde gehen. Man mißt nun entweder die minimalste Menge eines Vitamin C-haltigen Nahrungsstoffes, welches imstande ist, einen bestehenden Scorbut zu heilen, oder man bestimmt das Mindestquantum, welches die Tiere vor Scorbut zu schützen vermag. Der Ascorbinsäuregehalt ergibt sich dann aus dem Vergleich mit den bekannten heilenden oder schützenden Dosen der Ascorbinsäure selbst. Die Nachteile dieser ausgezeichneten Methode liegen jedoch, abgesehen von sehr hohen Kosten, in einer langen Versuchsdauer und Vorbereitung der Versuchstiere.

Von den chemischen Methoden liefern nur die Isolierung des Vitamins und der Vergleich seiner Eigenschaften (wie Kristallform, Absorptionsspektrum, optische Aktivität, Derivate etc.) mit denjenigen der reinen Ascorbinsäure eindeutige Resultate. Jedoch ist die Aufarbeitung von Flüssigkeiten aus tierischen und pflanzlichen Geweben derartig langwierig und verlustreich, daß dies

nur als qualitative Kontrolle, nicht aber als quantitative Bestimmungsmethode in Frage kommen kann. Auch die optischen Eigenschaften des Vitamin C eignen sich nicht zur direkten Bestimmung in kompliziert zusammengesetzten Naturprodukten. Von größter Bedeutung sind aber in den letzten Jahren die Analysenverfahren geworden, welche auf der Reduktionskraft der Ascorbinsäure beruhen. Man kann sich nämlich die ganz ungewöhnliche Höhe der Reduktionskraft der Ascorbinsäure zu Nutze machen und eine wenigstens annähernde Spezifität erreichen, indem man die Bedingungen so wählt, daß die vielen anderen in pflanzlichen und tierischen Geweben vorkommenden reduzierenden Stoffe ihr Reduktionsvermögen schon eingebüßt haben, die Ascorbinsäure dagegen noch nicht. Auf dieser Basis wurde eine große Anzahl von Titrationsverfahren entwickelt:

1) Die 2,6-Dichlorphenolindophenol-Methode von Tillmanns.[1])
2) Die Methylenblau-Methode von Martini-Bonsignore.[4])
3) Die Oxazin-Farbstoff-Methode von Melville und Richardson. [5])
4) Die Jod-Reduktionsmethode.
5) Die Ferricyanid-Titration von Tauber und Kleiner.[6])
6) Die Monomolybdo-Phosphorwolframsäure-Reaktion von Bezssonoff.[7])

Sämtliche aufgeführten Methoden sind nur ein Auszug vieler vorhandener Verfahren. Schließlich hat noch Roe[20]) eine Farbreaktion, die auf der Bildung von Furfural beruht, entwickelt. Zu überragender Bedeutung sind allerdings nur die Jod-Reduktions- und Tillmann'sche Indophenol-Methode gelangt. Letztere besonders in der Modifikation von Emmerie,[8]) wonach bei Bestimmungen zuerst andere vorhandene Substanzen mit Quecksilberacetat ausgefällt werden müssen. Hier stoßen wir auch schon auf den schwachen Punkt aller Reduktionsmethoden: Sie sind nicht spezifisch! Dieselben Reduktionen können nämlich auch durch andere physiologische Substanzen, wie z. B. Cystein, Thiosulfat oder Glutathion bewirkt werden. Sämtliche Reduktionsmethoden müssen daher unter diesem Gesichtswinkel kritisch betrachtet werden. Manche Autoren, wie Wieters,[9]) Ammon und Hinsberg,[10]) sowie Widenbauer[11]) erkennen deshalb speziell der Jod-Reduktionsmethode nur ganz beschränkte Leistungsfähigkeit zu. Wachholder[12]) geht in seiner Ansicht noch weiter und behauptet, daß 1) die Ergebnisse der Jod-Methode sehr unzuverlässig sind, und daß 2) die nach Tillmanns erhaltenen Werte bei pflanzlichem Material meistens zwar richtig gewesen sind, bei tierischem und menschlichem Material dagegen gute Resultate selten erzielt worden sind, da sie um etwa 30 — 40% zu hoch liegen sollen.

Kurz darauf wurde die Methylenblau-Methode von Martini und Bonsignore[4]) bekannt. Hierbei handelt es sich um eine anscheinend spezifischere Methode der Ascorbinsäurebestimmung, die darauf beruht, daß Ascorbinsäure, dem Lichte ausgesetzt, ihr Redoxpotential in kurzer Zeit nach der negativen Seite hin verändert, besonders in Gegenwart photodynamischer Substanzen. So wird z. B. eine Lösung von Methylenblau durch die Ascorbinsäure rasch in ihre Leukobase übergeführt. Diese Reaktion soll in saurem Milieu quantitativ und spezifisch sein, da keine der bekannten in den Organismen vorkommenden Substanzen in der in Betracht fallenden Konzentration diese Reaktion zeigt. Diese Bestimmungsmethode wurde von mehreren Forschern praktisch angewandt und es wurden dabei recht bemerkenswerte Resultate erzielt. Man hat nämlich Werte heraustitriert, die weit unter den mit 2,6-Dichlorphenolindophenol ermittelten Ergebnissen lagen. Die Unterschiede betrugen manchmal mehr als das 6—8fache. Es ist ja ohne weiteres zu erwarten, daß eine spezifische Methode geringere Werte ergeben wird, als die bislang gebräuchlichen unspezifischen Verfahren. Wachholder,[12]) der dieses Verfahren überprüfte, ist der Meinung, daß man trotzdem noch in vielen Fällen gezwungen sei, diese Methylenblau-Methode zur Erhöhung der Spezifität mit dem von Tauber und Kleiner[6]) angegebenen Fermentverfahren zu kombinieren, wobei man zunächst die Ascorbinsäure durch ihre Oxydase zerstört und dann die verbleibende Restreduktion als unspezifisch abzieht.

Aus all dem Geschilderten ersieht man, daß uns kein absolut sicheres spezifisches chemisches Verfahren zur Verfügung steht. Von sämtlichen Methoden kann man daher offiziell keine als die beste bezeichnen, sondern man muß von Fall zu Fall jeweils die spezifischste aussuchen.

b) Bestimmungsmethoden und Ergebnisse des menschlichen Tagesbedarfs an Vitamin C.

Während die ausgesprochene C-Avitaminose, der Scorbut, ohne weiteres an den bekannten Charakteristika klinisch erkennbar ist, läßt sich die Grenze zum Normalen weniger leicht finden, da zwischen den beiden extremen Zuständen das Gebiet der Hypovitaminose liegt. Bei dieser Hypovitaminose gibt sich ein Defizit im Vitamin C-Haushalte einem scharfen Beobachter zunächst nur in verschwommenen Symptomen zu erkennen. So gründen denn auch die meisten Forscher die Feststellung des Normalzustandes nicht auf das Fehlen klinischer Krankheitssymptome, sondern darauf, daß der gesunde Organismus nach Verabreichung einer hohen Zusatzdosis von Ascorbinsäure einen wesentlichen Teil im Harne wieder ausscheidet. Die Richtigkeit dieses

soll ihre Bestätigung darin finden, daß in Fällen hypovitaminotischer Erkrankung die Symptome mit dem Anstieg der C-Ausscheidung im Harne oft schlagartig zurückgehen. Die Sättigung wird demzufolge allgemein als der Normalzustand angesehen.

Das von van Eekelen[13]) angewandte Verfahren, welches ebenfalls sehr interessante Zahlen liefert, beruht auf dem Umstande, daß der menschliche Organismus bei Vitamin C-freier Ernährung nach und nach an Vitamin verarmt. Der tägliche Verbrauch im Körper läßt sich aus der Menge Ascorbinsäure, welche am Ende der Vitamin C-freien Ernährungsperiode bis zur Sättigung zugeführt werden muß, errechnen. Der Versuch wird nach Uebersättigung des Organismus mit Vitamin C begonnen. Die Saturierung wird jedesmal daran erkannt, daß die Reduktionskraft des Harnes steil ansteigt. Auf diese Weise wurde an mehreren Personen festgestellt, daß ein erwachsener Mann von 70 kg Körpergewicht einen Tagesbedarf von ca. 60 mg Ascorbinsäure hat, entsprechend 0,83 — 0,84 mg/kg. Als Nebenbeobachtung wurde festgestellt, daß, entgegen der Angabe von Goethlin,[14]) während 84-tägiger Vitamin C-freier Ernährung keine Verminderung der Kapillarresistenz eingetreten war.

Heinemann[15]) schlägt einen anderen Weg ein, indem er seiner Vitamin C-frei ernährten Person während längerer Perioden täglich eine kleine ungenügende Menge von Ascorbinsäure zuführt, um auf diese Weise eine zu starke Verarmung zu verhindern. Aus der Versuchsdauer und der bis zur Ausscheidung am Ende des Versuches zugeführten Ascorbinsäuremenge errechnet auch Heinemann einen Tagesbedarf um 60 mg.

Meiling[16]) stellt auf Grund von Ernährungsversuchen an Mensch und Tier fest, daß 40 g seiner Weißdornbeerenmarmelade, die 56 mg Ascorbinsäure enthält, den Tagesbedarf des Menschen zu decken vermag.

Van Wersch[17]) gelangt nach derselben Methode wie van Eekelen zu einem Tagesbedarf von 56 mg.

Schroeder[18]) legt seinen Studien einen Bedarf von mindestens 50 mg pro die zugrunde und auch Szent Gyoergyi[2]) rechnet mit derselben Menge.

Wachholder und Hamel[12]) stellen zuerst den Sättigungszustand her und gehen dann mit der Vitamin C-Zufuhr schrittweise zurück, wobei jedesmal der „Behalterest", d. h. die Differenz zwischen Zufuhr und Ausscheidung bestimmt wird. Er schwankt mit der zur Verfügung stehenden Vitaminmenge, indem der Körper auf verminderte Zufuhr auch mit verringertem Verbrauch reagiert. Bei einer Aufnahme von 125 — 130 mg Ascorbinsäure täglich wurden bei Männern durchschnittliche Behaltereste von 63 — 98 mg gefunden, die jeweils für dieselbe Versuchs-

person konstant waren. Reduzierte man die Zufuhr auf 75 mg, gingen die Behaltereste auf 55—57 mg bei nur 50—55 mg Einnahme auf 45,5 mg zurück. Darin erblickt Wachholder die Bedarfsgrenze und bezeichnet 50—55 mg Vitamin C als den zur Aufrechterhaltung der Sättigung erforderlichen Minimaltagesbedarf. Daß schwere körperliche Arbeitsleistung oder auch schon geringe Infektionen den Bedarf individuell zu steigern vermögen, wird ganz besonders betont.

Demgegenüber gibt es aber auch Autoren, die einen viel geringeren Tagesbedarf errechnet haben.

Widenbauer[11]) z. B. ernährt sein Versuchsobjekt nach diversen Vorkontrollen und Saturierung Vitamin C-arm (keine genauen Daten). Dann bestimmt er den zusätzlichen Tagesverbrauch, welcher zur Aufrechterhaltung der Ausfuhr nötig ist. Auf diese Weise kommt er auf einen zusätzlichen Tagesverbrauch von 28 mg pro erwachsenen Menschen und stellt fest, daß sich diese Zahl bei Stoffwechselveränderungen verschiedener Aetiologie unter Umständen erhöhen kann.

Harris[19]) und seine Mitarbeiter beobachteten mittels Belastungstest und Messung der renalen Ausscheidung, daß 25 mg Vitamin C pro Tag 6 Erwachsene auf einen konstanten Reduktionswert des Urins, der 13,8 mg Ascorbinsäure pro die entsprechen würde, zu halten vermögen. Bei täglicher Zufuhr von 55 mg Vitamin C war der Reduktionswert im 24-Stunden-Urin 27 mg Ascorbinsäure gleich.

Besonders Rietschel[21]) verweist seit Jahren auf die Tatsache, daß die Kost, die in unserem Volke verzehrt wird, den allgemein geforderten Mindestbedarf von 50 mg täglich, namentlich in den Winter- und Frühjahrsmonaten, nicht zu decken vermag. Trotz bedeutend geringerer Zufuhr zeigten seine Versuchsobjekte nicht die geringsten krankhaften Störungen. Im Gegenteil waren sie sogar noch vollauf leistungsfähig. Selbst Versuche an Meerschweinchen zeigten nach Tötung derselben histologisch keine Veränderungen an Odontoblasten oder Gelenken. Mengen um 10—15 mg Ascorbinsäure pro Tag scheinen Rietschel daher auf Grund seiner biologischen und klinischen Erfahrung ausreichend zu sein. Zur Stützung seiner Erwägungen, betont der Autor, daß das Vitamin C als Biokatalysator in einen reversiblen Redoxkreislauf eingeschaltet ist und im menschlichen Organismus zweifellos in erheblichem Maße reduziert werden kann. Der im intermediären Stoffwechsel irreversibel oxydierte und nicht mehr regenerierbare Anteil soll gering sein, sodaß der eigentliche Verlust an Vitamin C an sich nur sehr klein ist, bedeutend geringer jedenfalls, als die bislang als notwendig erachtete Tagesmenge. „Der Organismus", fährt der Verfasser fort, „vermag in hohem Maße Vitamin C zu sparen, und zwar tritt diese Sparfähigkeit besonders dann in Erscheinung, wenn die Zufuhr zurückgeht. Bei hoher

Zufuhr unterbleibt jedoch diese Spartätigkeit". Für die Feststellung des täglichen Vitamin C-Bedarfes muß also diese Sparfähigkeit unbedingt mitberücksichtigt werden und aus diesem Grunde hält es Rietschel für irrig, wenn der optimale Tagesbedarf an Ascorbinsäure auf Grund des Sättigungsversuches bestimmt wird.

Auch Stiebeling[22]) gibt eine durch unzählige chemische und biologische Versuche erhärtete tabellarische Uebersicht über den Vitamin C-Bedarf heraus, die sogar nach Lebensjahren gestaffelt ist.

	Bedarf an Vitamin C in mg. pro Tag
Kinder unter 4 Jahren	5–15
Knaben 4—6; Mädchen 4—7 Jahre;	5—15
Knaben 7—8; Mädchen 8–10 Jahre;	6—14
Knaben 7—9; Mädchen 11—15 Jahre;	7—15
Frauen mit leichterer Arbeit und Knaben 11–12 Jahre; Mädchen über 15 Jahre;	6–16
Frauen mit schwerer Arbeit und Knaben 13–15 Jahre;	8—19
Knaben über 15 Jahre;	10–25
Männer mit leichterer Arbeit;	8–19
Männer mit schwerer Arbeit;	11—28
Durchschnittsbedarf;	8—19

Desgleichen einen vollkommen neuen, seinen eigenen früheren Angaben entgegengesetzten Gesichtspunkt für die Beurteilung des Vitamin C-Bedarfs erbrachte in den letzten Tagen Wachholder[23]). Er stellt die Hypothese auf, daß für das Zustandekommen der Mangelkrankheiten vor allem der Vitamin C-Umsatz nicht unter ein gewisses Maß absinken darf. Als Begründung dieser Auffassung führt der Verfasser folgendes an:

1) Das Vitamin C wirkt als Katalysator und wird selbst bei den Umsetzungen im Organismus allmählich verbraucht. Der Organismus verfügt zwar über die Fähigkeit, bei mangelhafter Zufuhr den irreversiblen Verbrauch desselben einzuschränken, doch kann die Steigerung der reversiblen Oxydation und Rückreduktion auf die Dauer nicht durchgehalten werden.

2) die Scorbut erzeugende Kost ist nicht nur frei von Vitamin C, sondern auch frei von Vitamin C-Oxydasen, arm an Schwermetallen und anderen Stoffen, welche der Organismus für die Oxydation des Vitamins braucht. Wachholder deutet in diesem Zusammenhang den bekannten Fall von Lauber und Bersin,[44]) bei welchem die Scorbutsymptome durch Zufuhr von Vitamin C allein nicht zu beheben waren, sondern erst nach einer Bluttransfusion verschwanden, in dem Sinne, daß die Bluttransfusion und der an sie anschließende Blutzerfall die Oxydatoren für die Ascorbinsäure frei gemacht hat. Das nicht Wiederauftreten der Ascorbinsäure im Harn und die Heilung des

Scorbuts soll also nicht auf einer Holofermentbildung durch Koppelung des Vitamin C (als CO-Ferment) an Eiweiß (als Apoferment), sondern auf einem oxydativen Verbrauch der Ascorbinsäure beruhen.

3) In diesem Sinne bringt der Autor eine Beobachtung an einem Polarforscher, der trotz Einnahme von täglich 100 mg synthetischer Ascorbinsäure an Scorbut erkrankte, jedoch sofort wieder gesundete, nachdem er Obst und Gemüse mit viel geringerem Vitamin-C-Gehalt genossen hatte. Die Zufuhr von hohen Mengen Ascorbinsäure einer an oxydasenarmen Konservenkost führte demgemäß zu einer Verarmung des Körpers an diesen Fermenten, sodaß schließlich der zur Verhütung des Scorbuts erforderliche Vitaminumsatz nicht mehr erreicht werden konnte.

4) Versuche an Menschen ergaben, daß bei Verabfolgung von synthetischem Vitamin C die Ausscheidung im Harn und mithin im Organismus wesentlich geringer war als bei Zufuhr von an Vitamin C-reichen Nahrungsmitteln. Es ist allerdings anzunehmen, daß die mit aufgenommenen Oxydasen einen Teil des Vitamins bereits im Magen-Darmkanal zerstören. Dieses Moment kommt jedoch wohl nur bei Anacidität und gewissen Darmerkrankungen in Betracht.

Die Tatsache, daß Polarforscher, die von reiner Fleischkost leben bzw. die Polarvölker nur selten an Scorbut erkranken, obgleich frisches Fleisch nur sehr geringe Mengen Ascorbinsäure enthält, wird von Wachholder darauf zurückgeführt, daß Fleisch kräftige Mengen an Vitamin C-Oxydasen besitzt. Es wurde deshalb das Oxydationsvermögen von rohem Gemüse und Kartoffeln, ferner von rohem Obst für Vitamin C geprüft. Dabei wurde festgestellt, daß nur wenige Nahrungsmittel kein Oxydationsvermögen für Vitamin C besaßen. Da die Vitamin C-Mengen der untersuchten Materialien zum Teil nur ganz minimal, die Oxydationsvermögenswerte dagegen sehr erheblich waren, wird behauptet, daß man diese Nahrungsmittel in erster Linie als Lieferer von Vitamin C-Oxydasen werten müßte. Bei dieser Gelegenheit erinnert Wachholder an die volle antiscorbutische Wirkung des peroxydasereichen Kartoffelpreßsaftes, der ja praktisch auch Vitamin C frei sei.

Inwieweit diese neuesten Untersuchungen des Rostocker Physiologen noch weiterer systematisch durchgeführter experimenteller Prüfungen bedürfen, bleibt, den sich speziell hiermit befassenden Forschern überlassen. Es ist allerdings sehr gut möglich, daß man bei genügender Zufuhr oxydasereicher Kost mit wesentlich geringeren Mengen synthetischer Ascorbinsäure auskommen kann.

c) Zahlenmäßige Festsetzung des Vitamin C-Bedarfes.

Wie dem auch immer sei, ist die Frage des Vitamin C-Bedarfes des menschlichen Organismus weder unter normalen, noch unter

Krankheitsbedingungen, trotz zahlreicher Untersuchungen, noch lange nicht völlig geklärt. Die Ergebnisse der einzelnen Forschungen bewegen sich, wie zu demonstrieren versucht wurde, in ganz verschiedenen Grenzen. Von Stepp[18]) wurde immer und immer wieder betont, daß der Bedarf an Vitamin C keine konstante, sondern eine variable Größe ist. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, daß es außerordentlich schwierig sei, die Frage des Bedarfs kurzerhand durch Angabe einer Zahl zu beantworten, da bekannt sei, wieviele Faktoren vorhanden sein können, die den jeweils individuellen Bedarf bestimmen. „Wenn man sich aber trotzdem", fährt der Verfasser fort, „dazu entschlosssen hat, summarisch von Bedarf zu sprechen, und ihn in Milligrammen auszudrücken, so nur deswegen, weil irgendeine Richtlinie erwünscht erscheint, die wenigstens annähernd den mittleren Verhältnissen des Lebens Rechnung trägt".

Wenn sich somit Verfasser dieser Arbeit, um dieses kritische Kapitel zum Abschluß zu bringen, erdreistet und summarisch als Minimal-Tages-Dosis einen Bedarf von 25 mg, als Optimalmenge einen solchen von 50 mg pro die angibt, dürfte damit allen bisherigen Forschungen Genüge geschehen sein.

Nach dieser kritischen Beleuchtung des Tagesbedarfs erhebt sich jetzt die Frage, ob uns überhaupt dieses Quantum an Vitamin C mit der Nahrung zugeführt werden kann. Im Sommer und Herbst, wo wir mit frischen Gemüsen usw. fast überladen sind, bedarf diese Frage keiner weiteren Erörterung. Wie ist es jedoch vor allem in den Winter- und Frühjahrsmonaten mit der Vitamin C-Zufuhr bestellt? Hier spielt die Kartoffel die größte Rolle, da sie uns das Vitamin C in den Jahreszeiten beschert, wo die anderen Vitaminträger knapp sind oder sogar fehlen.

D: Vitamin C-Gehalt der Kartoffel und dessen spezielle Bestimmungstechnik.

Ueber den Vitamin C-Gehalt in der Kartoffel herrscht bislang noch kein eindeutig klares Bild. Es wird demnach im Folgenden meine Aufgabe sein, auf die einzelnen Ergebnisse der verschiedenen Forscher in chronologischer Reihenfolge näher einzugehen. Die verschiedenen Werte können allerdings nicht direkt gegeneinander verglichen werden, da die einzelnen Autoren teils rohe, teils gedämpfte und zum Teil mit und ohne Schale gekochte Kartoffeln untersuchten.

1) Bereits im Jahre 1925 machte Prof. Scheunert[24]) die Welt auf den Vitamingehalt in den Kartoffeln aufmerksam. 1926 hatte er experimentell festgestellt, daß 3 g roher, frischer Kartoffeln genügten, um Meerschweinchen vor Scorbut zu schützen. In den folgenden Jahren konnte er auf Grund seiner systematisch durchgeführten Versuche weiter veröffentlichen, daß 4 — 5 g einer über

Winter und Frühjahr hinweg gelagerten Kartoffel noch die volle antiscorbutische Schutzdosis für seine Versuchstiere hatte.

2) Bald darauf (1931) gab die Idaho-Station[25]) in USA. an, daß 8 g „Pellkartoffeln" (mit Schale gekocht) ausreichend waren, um ihre Meerschweinchen vor Scorbut zu schützen.

3) Als nächster gibt Tillmanns[1]) Reduktionswerte an, die etwa 1,76 — 2,64 mg Ascorbinsäure entsprechen.

4) Birch, Harris und Ray[19]) finden 1933 in 10 g alten Kartoffeln 1,5 mg Ascorbinsäure.

5) 1933 weist Bessy und King[26]) ebenfalls 1,5 mg in alten und 2,2 mg in neuen Kartoffeln nach.

6) Anschließend findet Pfannkuch[27]) 1934 in 100 ccm Kartoffelpreßsaft nach dem Enteiweißen praktisch keinen Farbstoffverbrauch mehr und nimmt an, daß bei der reichlichen Anwesenheit von Oxydasen nur Dehydroascorbinsäure vorliegen könne. Er reduziert dann die Dehydroverbindung durch zugesetztes Cystein. Nach Enteiweißung ergibt sich durch Indophenol-Titration ein Vitamin-Gehalt von etwa 10 mg%.

7) v. Eekelen[13]) berichtet 1935, nach Ausschaltung der Oxydasen durch Trichloressigsäure, über ca. 3,1 mg Vitamin C-Mengen in 10 g rohem, frischen Material.

8) Przezdziecka[28]) teilt über seine Forschungen mit, daß täglich 10 g frische, 20 Minuten lang in der Schale gedämpfte Kartoffeln, Meerschweinchen vor C-Avitaminose schützten. Täglich 10 g 4½ Monate alte, in der gleichen Weise gedämpfte Kartoffeln, besaßen ungenügende Vitamin C-Wirkung, während 15 g den Bedarf von Meerschweinchen deckten. Die unbehandelten rohen gelagerten Kartoffeln enthielten ca. 0,4 — 0,9 mg Vitamin C pro 10 g Material.

9) Everson und Daniels[29]) gaben als nächste für 10 g ohne Schale gekochte Kartoffeln etwa 0,31 mg an.

10) Armentano[30]) schreibt über den Gehalt der rohen und gekochten Kartoffeln, daß 100 g der rohen Kartoffeln 21 — 24 mg, 100 g der gedämpften 19 — 23 mg Ascorbinsäure enthielten. Diese Errechnung bezog sich aber nur auf junge Knollen. Bei alten soll der Vitamin-C-Gehalt im mit Schale gekochten Zustande bedeutend abnehmen und nur 4 — 6 mg 100 g betragen.

11) Wieters[9]) aus dem Hauptlaboratorium der Firma E. Merck fand in 10 g rohen, frischen Kartoffeln nach dem Indophenol-Verfahren 1,4 mg Ascorbinsäure.

12) 1936 teilt Thiessen[31]) aus der Wyoming Station seine sich über vier Jahre erstreckenden Ergebnisse dahingehend mit, daß aus 100 g frisch geernteter Kartoffeln 10 mg und aus 100 g nach 6monatiger Lagerung immer noch 5 mg Vitamin C analysiert werden konnte.

13) Auch Lalin[11]) weist in seinen „titrimetrischen vergleichenden Untersuchungen zur Zeit der beginnenden Kartoffelernte über den Gehalt an Ascorbinsäure (Vitamin C) in den neu geernteten Kartoffeln und von den vom Vorjahre her aufbewahrten" darauf hin, daß er bei seiner Bestimmung die reduzierende Kraft des Kartoffelsaftes mit 2,6-Dichlorphenolindophenol als Indikator nach Tillmanns benutzt habe. Die gefundenen Durchschnittszahlen für die verschiedenen Kartoffelsorten sind folgende:

Kartoffelsorte	mg. Ascorbinsäure in 100 gr. Kartoffeln	
	alt	neu
Up to date	3,79	12,05
Königin von England	4,62	15,6
Magnum bonum I	3,65	12,6
Magnum bonum II	4,57	14,6
Eldorado	3,73	13,4

14) Die Untersuchungen von Goethlin[11]) ergaben, daß der Vitamin C-Gehalt der frischen Kartoffeln, der zwischen 15,5 und 10,3 mg/100 g Material schwankte, durch längere Winterlagerung auf 4,5—3,1 mg vermindert wurde.

15) Ausgedehntere Experimente stellte im selben Jahre Olliver[32]) an. Er fand in verschiedenen Kartoffelsorten kurz nach der Ernte etwa 29,1—40,6 mg% Vitamin C. In den ersten Tagen der Lagerung fielen diese Werte stark ab, sodaß nach 10 Tagen bei Zimmertemperatur ein Verlust von 50% zu verbuchen war. Der weitere Abfall des Vitamin C-Gehaltes ging darauf aber sehr viel langsamer vonstatten, was auf die Keimung zurückgeführt wird. Desgleichen befaßte sich Olliver mit der Stabilität des Vitamin C durch Kochen und Konservieren der Kartoffeln. Er bestimmte dabei den Gehalt in dem frischen Produkt und in den gleichen Proben nach dem Kochen und nach der Konservierung sowie auch nach verschiedenen Lagerzeiten. Es wurden sowohl die festen Teile als auch die Salzlösung untersucht, wobei festgestellt wurde, daß keine größeren Verluste eingetreten waren (s. nachfolgende Tabelle).

Produkt	Vitamin C in mg. je gr.			Vitamin C in 1 gr. frischen Kartoffeln nach dem Kochen mg,	Vitamin C in mg, je gr.			Vitamin C in 1 gr. frischen Kartoffeln nach der Konservg. in mg.
	Roh	Gekocht			Roh	Konserviert		
		feste Teile	Brühe			feste Teile	Brühe	
Kartoffeln	0,291	0,250	0,049	0,281	0,291	0,219	0,115	02,40
Kartoffeln	0,406	0,185	0,018	0,208	0,406	0,193	0,250	0,159

16) Auch Lojander[40]) titrierte in Uebereinstimmung mit Olliver sehr hohe Werte für den Vitamin C-Gehalt der frischen Kartoffeln. Er fand sogar in mit der Schale gekochten Kartoffeln eine Menge von 40 mg%. Dieser Wert liegt weit höher als die Ergebnisse vieler anderer Autoren, läßt sich aber vielleicht dadurch erklären, daß einige Sorten Vitamin C-reicher sind als andere, oder daß die Kartoffeln anderer Forscher bereits einige Tage gelagert waren. Wir wissen ja, daß der Vitamin C-Gehalt gerade in den ersten Tagen nach der Ernte sehr rasch abnimmt.

17) Professor Dr. Scheunert[41]) machte darauf als erster in Deutschland genauere Angaben über den Ascorbinsäuregehalt der Kartoffeln und den Einfluß bei Lagerung und verschiedener Zubereitung. Seine Versuche erstreckten sich über 4 Jahre. Zwecks Feststellung des Ascorbinsäuregehaltes wandte er zwei Methoden an und zwar eine für rohe und eine für gekochte Kartoffeln.

a) **Methodik zur Bestimmung in rohen Kartoffeln.**

„Von einer gut abgewaschenen und wieder gut abgetrockneten Kartoffel wird mit Hilfe eines silbernen, feuervergoldeten Messers aus der Mitte rasch eine Scheibe herausgeschnitten und hiervon möglichst schnell 10 g abgewogen. Dieses Stück wird in einem tiefen Mörser unter 8 ccm 20prozentiger Trichloressigsäure mit eisenfreiem Sande fein verrieben. Hierzu werden weiter 12 ccm 20prozentiger Trichloressigsäure gegeben und dieses Gemisch nunmehr in ein Zentrifugengläschen überführt und mit 5 ccm Wasser (Aqua bidestillata) nachgespült. Hierauf wird zentrifugiert und die überstehende Flüssigkeit in ein 100 ccm-Kölbchen gegeben. Der Rückstand im Zentrifugenglas wird zweimal mit je 10 ccm 5prozentiger Trichloressigsäure, die man vorher zum Nachspülen des Mörsers verwendet hat, aufgerührt und erneut zentrifugiert. Die Dauer des Zentrifugierens beträgt in jedem Falle 5 Minuten. Die Waschflüssigkeiten werden im 100 ccm-Kölbchen mit dem ersten Zentrifugat vereinigt und dann auf 100 ccm mit zweimal destilliertem Wasser aufgefüllt. Von dieser Flüssigkeit werden 25 ccm in ein Zentrifugengläschen von 2 cm lichter Weite gegeben und hierin die Titration vorgenommen. Dazu wird eine n 1000 Lösung von 2,6-Dichlorphenolindophenol verwendet, die man aus einer Mikrobürette unter Umrühren solange einfließen läßt, bis eine 30 Sekunden lang anhaltende schwache Rosafärbung entsteht. Die Farbstofflösung wird vorher gegen reine Ascorbinsäure eingestellt (88 mg in 100 ccm doppelt destilliertem Wasser). Diese Ascorbinsäurelösung wird zu gleichen Teilen mit n 1 Essigsäure, unter Vermeidung von Sonnen- oder sehr starkem Tageslicht, vorher gegen n/100 Jodlösung titriert."

b) **Methodik zur Bestimmung in gekochten Kartoffeln.**

„Bei gekochten Kartoffeln sind die Oxydasen durch den Kochvorgang vernichtet. Die Gefahr einer raschen Oxydation ist somit gering und man kann eine Mittelprobe aus mehreren Kartoffeln nehmen und zur Titration bringen. Man entnimmt 3 Kartoffeln verschiedener Größe (klein, mittel, groß) aus dem Kochgut, schält sie, soweit sie in der Schale gekocht waren, gibt die Gesamtmenge in eine Porzellanschüssel und fügt pro 10 g Kartoffelgewicht je 3 ccm etwa 8prozentiger methylalkoholischer Essigsäure hinzu. Zur Bereitung der methylalkoholischen Essigsäure werden 100 ccm Methylalkohol mit 8 ccm Eisessig versetzt. Die Kartoffeln werden mit einem Pistill zerdrückt und hierauf die Gesamtmasse gewogen. Von diesem Brei wird zur eigentlichen Bestimmung soviel abgewogen, wie 10 g Kartoffelsubstanz entspricht. Diese Menge wird mit eisenfreiem Sande verrieben und hierzu 17 ccm methylalkoholischer Essigsäure zugegeben. Dann wird zentrifugiert, das Zentrifugat in ein 100 ccm-Kölbchen übergeführt und der Rückstand genau wie oben zunächst mit 20prozentiger Trichloressigsäure und 5 ccm Wasser, und dann mit zweimal 10 ccm 5prozentiger Trichloressigsäure durch erneutes Zentrifugieren vollkommen extrahiert. Die Extrakte werden alle in dem 100 ccm-Kölbchen vereinigt, auf 100 ccm mit doppelt destilliertem Wasser aufgefüllt und dann, wie oben beschrieben, weiter behandelt."

Zur Untersuchung gelangten je 4 Proben der Kartoffelsorten Flava und Erdgold. Die Kartoffeln stammten aus der Herbsternte 1935 und wurden in der Zeit vom 22. 4. bis 24. 6. 1936 roh untersucht.

Tabelle 1.

Flava				Erdgold		
Herkunft	Größe	mg. Ascorbinsäure in 10 gr. Kartoffeln		Herkunft	mg. Ascorbinsäure in 10 gr. Kartoffeln	
Nr. 5 Rheinfeld	groß	0,79	0,67	Nr. 6 Rheinfeld	0,72	0,68
		0,76	0,81			
	klein	0,91	0,87		0,61	0,63
		0,95	0,83			
Nr. 41 Janikow	groß	0,80	0,70	Nr. 42 Janikow	0,80	0,75
	klein	0,82	0,67		0,78	0,76
Nr. 1 Wüstenfelde	groß	0,84	0,85	Nr. 2 Wüstenfelde	0,76	0,85
	klein	0,59	0,58		0,72	0,83
Nr. 4 Regenwalde Nord	groß	0,62	0,66	Nr. 3 Regenwalde Nord	0,53	0,55
	klein	0,63	0,61		0,58	0,61

Aus obiger Tabelle ist ersichtlich, daß bei diesem lange über Winter und Frühjahr hinweg gelagerten Material noch 5,6 9,5 mg 100 g erhalten blieben. In Tabelle 2 hat der Autor an denselben Kartoffeln, die bei den verschiedenen Zubereitungsarten gefundenen Werte neben den Mittelwerten der Rohkartoffeln zusammengestellt.

Tabelle 2

Zubereitung	Herkunft	Flava		Herkunft	Erdgold	
Roh	Nr. 5	0,82		Nr. 6	0,66	
Gedämpft mit Schale	Rheinfeld	0,74	0,71	Rheinfeld	0,62	0,60
Gedämpft ohne Schale		0,67	0,66		0,64	0,62
Gekocht ohne Schale		0,59	0,59		0,59	0,57
Roh	Nr. 41	0,75		Nr. 42	0,77	
Gedämpft mit Schale	Janikow	0,70	0,68	Janikow	0,70	0,68
Gedämpft ohne Schale		0,54	0,54		0,55	0,56
Gekocht ohne Schale		0,53	0,50		0,43	0,41
Roh	Nr. 1	0,72		Nr. 2	0,69	
Gedämpft mit Schale	Wüstenfelde	0,79	0,79	Wüstenfelde	0,78	0,73
Gedämpft ohne Schale		0,57	0,57		0,60	0,58
Gekocht ohne Schale		0,45	0,42		0,52	0,49
Roh	Nr. 4	0,62		Nr. 3	0,56	
Gedämpft mit Schale	Regenwalde	0,54	0,53	Regenwalde	0,54	0,48
Gedämpft ohne Schale	Nord	0,44	0,45	Nord	0,57	0,54
Gekocht ohne Schale		0,49	0,48		0,44	0,42

Zusammenfassend stellt Scheunert fest, daß die Kartoffeln selbst nach $^3/_4$ Jahre langem Lagern noch deutliche, für die Ernährung ins Gewicht fallende Vitamin C-Mengen enthalten. Dämpfen mit der Schale setzt den Gehalt am wenigsten herab, Kochen im Salzwasser ohne Schale am stärksten, Dämpfen ohne Schale in mittlerem Maße. Auch beim Kochen ohne Schale wird der Gehalt noch nicht um 50% vermindert.

18) Kurz darauf berichtet der Leipziger Veterinär-Physiologe [illegible]) über seine neuen Untersuchungen kurz nach der Ernte des Jahres 1936 (s. Tabelle 3).

Tabelle 3.

(Sommerkartoffeln 1936).

Kartoffelsorte	1. Untersuchung 1936	In 10 g waren enthalten mg Ascorbinsäure	2. Untersuchung 1936	In 10 g waren enthalten mg. Ascorbinsäure
R=große Knolle	31. 7.	3,1	19. 9.	1,7
R=kleine Knolle	3. 8.	2,3	21. 9.	1,7
B=große Knolle	1. 8.	3,2	19. 9.	1,6
B=kleine Knolle	1. 8.	2,4	21. 9.	1,1

Mittels der Titrationsmethode wurden somit unmittelbar nach der Ernte ganz beträchtliche Mengen Ascorbinsäure gefunden. Nach Lagerung von 6 Wochen ging der Gehalt auf die Hälfte zurück. Scheunert ging noch weiter und untersuchte am 23. 24. 9. 1936 je ein kg beider Sorten in der Schale gedämpft.

a) Für Kartoffel R wurde hierbei 1,5 mg Vitamin C pro 10 g Material gefunden.

b) Für Kartoffel B wurde 1,3 mg 10 g titriert.

Hierdurch ist einwandfrei erwiesen, daß der C-Gehalt nach der zweiten Untersuchung trotz des Dämpfens nur sehr wenig gesunken ist.

Sodann untersuchte Scheunert noch drei der hauptsächlichsten Herbstkartoffel-Sorten aus 6 verschiedenen Gegenden Deutschlands. Die Kartoffeln wurden 20 Minuten in der Schale gedämpft und, es ergab sich, wie aus Tabelle 4 ersichtlich ist, daß durchschnittlich 13 19 mg% Ascorbinsäure darin enthalten war. Für die gefundenen Werte wurden Kontrollbestimmungen mittels biologischen Versuches durchgeführt, was zu Bestätigungen der chemisch analysierten Ergebnisse führte.

19) Gleichzeitig mit Scheunerts II. Mitteilung wird von Richardson,[5]) Davis und Mayfield[5]) 1937 veröffentlicht, daß ihre Untersuchungen roher Kartoffeln 12,6 13,3 mg Ascorbinsäure je 100 g ergeben haben, was ebenfalls durch den biologischen Versuch erhärtet wurde.

20) Fuhrmeister[36]) gibt im gleichen Jahre bekannt, daß der Ascorbinsäuregehalt bei den vom September 1935 bis März 1936 gelagerten Kartoffeln auf $^1/_3$ $^1/_4$ des anfänglichen Wertes zurückgegangen sei, sodaß er am Ende der Untersuchungen nur noch etwa 10 mg pro 100 g Material errechnet habe.

Tabelle 4 (Herbstkartoffeln nach der Ernte).

Sorte	In 10 gr. gedämpfter Kartoffeln sind enthalten mg. Ascorbinsäure													
	Mittel-Deutschland		Schlesien		Pommern		Baden		Sachsen-Anhalt		Odenwald		Bayern	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Erdgold	1,89	1,79	1,74	1,70	1,89		1,54	1,45	1,69	1,69			1,31	1,31
Edelragis	1,87	1,87	1,66	1,60	1,70	1,64			1,94	1,88	1,37	1,42	1,76	1,68
Ackersegen	2,52	2,49	1,77	1,77	1,48	1,41	1,89	1,80	1,71	1,70			1,54	1,47

21) Mathiesen und Aschehough[37]) analysierten durch Titration im Dezember 1937 ca. 9 – 11 mg 100 g Material.

22) Kurz darauf berichten auch Kroener und Steinhoff,[38]) daß ihre Versuche an rohen bis zum Januar gelagerten Kartoffeln noch 6,68 – 10,50 mg Ascorbinsäure ergeben haben. Bei derselben Kartoffelsorte, die dann bis zum April weiter sachgemäß aufbewahrt war, wurde bei der zweiten Untersuchung festgestellt, daß der Gehalt an Vitamin C auf 3,41 – 6,83 mg zurückgegangen war. Verantwortlich für diese Tatsache machen die Verfasser das Abkeimen der Kartoffeln. Bei der Keimung trat dagegen wieder eine Erhöhung der durch Titration gefundenen Werte ein, die sich von 5,36 — 11,30 mg 100 g Substanz bewegten.

23) Prof. Wachholder,[39]) der ebenfalls über seine seit zwei Jahren laufenden Feststellungen berichtet, glaubt die Unstimmigkeiten der bisherigen Ergebnisse durch einige Fehlerquellen in der Methodik beseitigen zu können. Dessen Verbesserungen liegen 1) in der Vermeidung von Verlusten durch Oxydation und 2) in der Erfassung auch der reversibel oxydierten Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure, da ja letztere – außer bei schwerem Scorbut – mit der Nahrung zugeführt, verwertet wird. Betreffs der Erschwerung der verlustlosen Bestimmung des Vitamin C-Gehaltes durch vorhandene Oxydasen glaubt der Autor, daß durch die bisherigen Methoden kein vollkommener Oxydationsschutz vorhanden sei. Einen solchen fand er, speziell bei der Untersuchung von rohen Kartoffeln, erst durch Zusatz von 1 mg Glutathion pro ccm 4,4prozentiger Sulfosalicylsäure. Tabellarisch beweist er, daß sich der Verlust bei Außerachtlassung der beiden oben aufgeführten Faktoren in Grenzen von 15 — 28% bewegt. „Was die Bestimmungstechnik" selbst „anbetrifft", wird weiter ausgeführt, „so erwies es sich bei Kartoffeln im allgemeinen als belanglos, ob man mit Dichlorphenolindophenol oder mit Methylenblau titriert, oder ob man kolorimetrisch mit molybdänfreier Phosphorwolframsäure bestimmt. Nur bei ganz frischem Material liefert die Methylenblau-Methode manchmal zu hohe Werte. Im übrigen ist sie wegen ihrer Einfachheit (keine dauernde Aenderung des Titers wie beim Tillmann'schen Reagenz) die am meisten geeignete Methode für größere Reihenuntersuchungen. Dabei hat man, wenn man 4,4prozentige Sulfosalicylsäure zur Extraktion benutzt, noch den besonderen Vorteil, daß man dann in ein breites pH-Optimum für den Titer kommt, sodaß sich die sonst erforderliche pH-Kontrolle zur Titerkorrektur erübrigt. Zur Vermeidung von Oxydationsverlusten gehört außer dem Zusatz von Glutathion noch die ausschließliche Verwendung von doppelt destilliertem Wasser und die Zerkleinerung mit Hornmessern, sowie ein sehr schnelles Auswiegen, was auf der Torsionswaage in wenigen Sekunden möglich ist. Gekochte

Kartoffeln werden ebenso aufgearbeitet, nur daß sich hier der Glutathionzusatz wegen der Zerstörung der Oxydasen durch Kochen erübrigt. Wegen der von Knolle zu Knolle nicht unerheblichen Schwankungen wurden immer vier Kartoffeln gleichzeitig verarbeitet. Somit stellen die angegebenen Zahlen immer Mittelwerte von je vier Kartoffeln dar. Ferner wurden, um die, bei dem am meisten üblichen Kochen ohne Schale, eintretenden Verluste möglichst genau zu erfassen, dieselben Kartoffeln, deren Gehalt im rohen Zustande bestimmt worden war, geschält und in Salzwasser haushaltmäßig gekocht."

Tabelle 5

Einfluß verschiedener Zubereitung auf den Vitamin C-Gehalt (mg%) von Herbstkartoffeln.

Zeit	Sorte	Gehalt an	Roh	Geschält	Ungeschält	
				sofort in Wasser gekocht	In Wasser gekocht	In Dampf gebrüht
Sept.	Juliniere	Ascorbinsäure	18,46	12,46	13,9	16,68
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	19,85	16,46	17,8	20,1
	Preußen	Ascorbinsäure	22,9	17,9	21,0	
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	24,1	20,6	22,2	
	Erstlinge	Ascorbinsäure	21,7	18,0		23,5
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	23,5	18,9		23,5
April	Edelragis	Ascorbinsäure	10,44	8,5	9,1	
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	13,85	10,9	11,8	
	Juliniere	Ascorbinsäure	12,0	10,7	12,5	
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	1,36	11,8	13,8	

Aus vorstehender Tabelle 5 geht hervor, daß beim Brühen ungeschälter Kartoffeln im Dampf fast keine Verluste vorhanden sind. Beim „eben gar Kochen" sind die Verluste in geschälten Kartoffeln größer als bei ungeschälten, erheblich dagegen bei geschälten eben gar gekochten Kartoffeln besonders groß, wenn sie nach kurzem Ankoch zum Garmachen längere Zeit in der Kochkiste heiß aufbewahrt werden (Tabelle 6). Wie weiter zu ersehen ist, bleibt nach $3\frac{1}{2}$ — 4stündiger Aufbewahrung nur noch ein ganz minimaler Gehalt an Vitamin C bestehen.

24) 1938 berichtet auch Stabsarzt Dr. Kramer [10]) von seinen Untersuchungen bei der Luftwaffen-Sanitäts-Staffel Fassberg über

den Gehalt an Vitamin C der Kartoffel in den Wehrmachts-Großküchen. Kramer untersuchte nach der Titrationsmethode nach Scheunert (die Angabe von Wachholder, auch den Gehalt an Dehydroascorbinsäure mit einzubeziehen, wird abgelehnt, da stark bezweifelt wird, daß nach 2-stündigem Warmhalten die in dem Material vorgefundene Dehydroascorbinsäure noch ihre volle antiscorbutische Wirksamkeit besitzt) die Kartoffeln zunächst sofort, wenn sie fertig gekocht waren und dann nach 2 Stunden, wenn auch der letzte Soldat sein Essen in Empfang genommen

Tabelle 6

Einfluß längeren Warmhaltens auf den Vitamin C-Gehalt geschälter, in Salzwasser gekochter Kartoffeln.

Zeit	Sorte	Gehalt an	Roh	15 Minuten gekocht	5 Minuten gekocht, darauf in die Kochkiste	
					1 Std.	3½–4 Std.
Anfang März	Edelragis (L. V. St.)	Ascorbinsäure	13,64	12,2	6,0	3,9
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	16,26	16,3	9,8	6,1
	Johannsen (L. V. St.)	Ascorbinsäure	14,3	10 7	6,0	2,0
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	15,5	12,7	9,4	6,7
	Preußen (Mecklenburg)	Ascorbinsäure	10,6	8,3	2,4	0,6
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	13,2	12,6	4,8	1,9
	Juliniere (Mecklenburg)	Ascorbinsäure	12,3	6,5	3,8	1,1
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	13,9	8,4	6,2	4,3
Mitte April	Juliniere (L. V. St.)	Ascorbinsäure	12,0	10,2	3,3	1,9
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	13,6	11,9	10,7	4,8
	Industrie (L. V. St.)	Ascorbinsäure	7,8	6,1	5,4	1,9
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	10,4	7,8	7,3	2,6
	Industrie (Hollstein)	Ascorbinsäure	8,3	4,6	1,2	1,2
		Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure	12,0	8,5	2,4	2,3

hatte. Hierbei wurde als durchschnittlicher C-Gehalt von 20 Minuten gekochten Knollen pro 10 g Substanz 0,59 mg Ascorbinsäure gefunden. Die Titrationswerte der in Dampfkesseln 2 Stunden lang warmgehaltenen Kartoffeln waren um 50–60% gesunken, sodaß nur noch 0,27 mg 10 g Substanz errechnet werden konnte. Da insbesondere die letzteren Werte für eine Soldatenkost viel zu gering sind, wurden weitere Reihenanalysen verschieden zubereiteter Kartoffeln angesetzt. Das Kochen der Kartoffeln erfolgte

jedoch in diesem Falle in einem Emailletopf und die Aufbewahrung geschah in einer Kochkiste. Dabei fand man für 10 g geschälte und 25 Minuten in Salzwasser gekochte Kartoffeln 0,61 mg Vitamin C, während für 10 g geschälte, gekochte und 2 Stunden lang warmgehaltene Knollen nur 0,17 mg Ascorbinsäure titriert wurden. Versuche, den Verlust des Vitamin C durch Aufbewahrung der Kartoffeln in Jenaer Glas zu vermindern, scheiterten.

Tabelle 7

Nr. des Versuches	Herkunft und Düngung	Zeit der Untersuchung	100 gr. Kartoffeln enthalten mg. Ascorbinsäure			
			Roh	Mittelwert	gedämpft	Mittelwert
1	Lichterfelde (Stallmist)	Febr. 1937	10,79		11,36	11,4
			14,10		11,44	
			14,25	13,8		
			14,26			
			14,34			
			14,82			
1	Lichterfelde NPK	Febr. 1937	10,63		10,63	
			12,24	13,6	10,95	10,8
			15,22			
			16,27			
2	Lichterfelde (Stallmist)	April 1937	7.6		8,21	8,4
			10,3		8,56	
			11,18			
			11,7	11,2		
			13,01			
			13,44			
2	Lichterfelde NPK	April 1937	10,72		8,38	8,1
			11,31		7,86	
			11,61	11,5		
			12,22			
3	Göttingen, ungedüngt	April 1937	10,48		9,60	
			9,69		0,08	9,3
			12 05	11,1		
			12,22			
3	Göttingen NPK	April 1937	10,13			
			10,48	11,2	9,83	
			10,83		10,09	10,0
			13,27			
3	Göttingen NP	April 1937	9,08			
			9,78	9,7	8,80	
			10,30		8,80	8,8
			9,78			

25) Wieder ist es als nächster Scheunert, [11]) der in seinen laufenden Mitteilungen „über den Vitamin C-Gehalt der Kartoffeln" auch über den Einfluß verschiedener Düngung berichtet. In Tabelle 7 sind die mittels Titration erhaltenen Werte zusam-

mengestellt. Alles in allem „zeigen die Ergebnisse, daß die untersuchten Kartoffeln trotz langer Lagerung noch immer beträchtliche Mengen von Vitamin C enthalten. Im Februar waren in den Rohkartoffeln durchschnittlich 13 mg% Ascorbinsäure enthalten. Einflüsse durch die verschieden angewandten Düngungsweisen konnten nicht ermittelt werden. Für die Deckung des menschlichen Vitamin C-Bedarfes scheint somit die Düngungsart ohne Bedeutung zu sein."

Tabelle 8

Nr.	Datum	Gefundene mg% Ascorbinsäure Extraktion mit Sulfosalicylsäure und Glutathion nach Wachholder	
		Titration ohne Behandlung von Hg-Acetat uud H_2S	Titration nach Behandlung mit Hg-Acetat und H_2S
1	23. 2. 38	10,5	13,2
2	23. 2. 38	11,8	13,9
3	4. 3. 38	12,6	12,3
4	4. 3 38	11,4	12,0
5	7. 3. 38	9,8	10,4
6	7. 3. 38	11,0	13,3

26) Wieder muß noch einmal Scheunert[42]) erwähnt werden, der, in Fortsetzung seiner Untersuchungen über den Vitamin C-Gehalt verschiedener Kartoffelsorten und seine Veränderungen bei der Lagerung über den Winter, zunächst gegen die Methode der Mitbestimmung der Dehydroascorbinsäure von Wachholder[39]) Stellung nimmt. Zur Nachprüfung wurden 4 Scheiben aus vier Kartoffeln in ein tariertes Gefäß, in dem sich 4,4prozentige Sulfosalicylsäure und 1 mg Glutathion pro ccm befand, eingebracht und dann ein Teil des daraus gewonnenen Extraktes unmittelbar, ein anderer Teil nach Behandlung mit einer 20prozentigen Mercuriacetatlösung zuzüglich einer Stromeinleitung von Schwefelwasserstoff bis zur Sättigung titriert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 wiedergegeben, woraus hervorgeht, daß tatsächlich in 3 Fällen ein nicht geringer Wertunterschied festgestellt wurde. Sollten diese Differenzen wirklich auf die Anwesenheit von Dehydroascorbinsäure zurückzuführen sein, so dürfte damit andererseits aber auch als erwiesen gelten, daß diese Säure nicht regelmäßig, sondern nur in wechselnden und geringen Mengen vorhanden ist. Eine entscheidende Beeinflussung der, bestenfalls in geringen Mengen, vorliegenden Dehydroascorbinsäure kann mithin auch nicht in Frage kommen. Desgleichen ergab sich bei weiteren Prüfungen, daß Glutathion ebensowenig einen dauernden Oxydationsschutz gewährleistet, wie andere physiologische Substanzen. Nach Darlegung dieser Einwände geht Scheunert dazu über, weitere Analysen seiner alten bewährten Ver-

suchsmethodik anzuführen. Besonderer Wert wird darauf gelegt, einen Ueberblick über die Vitamin C-Mengen zu gewinnen, welche in verschieden lange gelagerten Kartoffeln der menschlichen Ernährung zur Verfügung stehen. Hierzu bediente man sich nur einer Zubereitungsweise und zwar derjenigen, die die größtmöglichste Schonung des Vitamin C-Gehaltes der Kartoffeln sichert. Das ist die Zubereitung durch Dämpfen in der Schale. Tabelle 9 gibt Aufschluß über das Verhalten von 19 untersuchten Kartoffelsorten (Pellkartoffeln) während verschieden langer Lagerung.

Tabelle 9

mg% Ascorbinsäure wurden gefunden in:

Kartoffelsorte	Herkunft	Ende Okt. bis Anfang Nov. 36 I. mg %	Mitte bis Ende Jan 37 II. mg %	Verlust in % I—II.	Ende April bis Anf. Mai 37 III. mg %	Verlust in % I—III.	Verlust in % II—III
Erdgold	Mitteldeutschland	18,40	15,66	14,9	7,38	59,9	52,9
Edelragis	„ „	18,68	13 34	28,6	8,15	56,4	38,9
Ackersegen	„ „	25,02	12,94	48,3	7,43	70,3	42,6
Erdgold	Schlesien	17,16	11,80	31,2	7,01	59,1	40,6
Edelragis	„	17,36	10,55	35,3	7,36	54,8	30,2
Ackersegen	„	17,73	10,55	40,5	7,28	58,9	31,0
Erdgold	Pommern	18,87	11,30	40.1	8,26	56,2	27,0
Edelragis	„	16,68	12,24	26,6	8,45	49,3	31,0
Ackersegen	„	14,44	9,61	33,4	6,81	52,8	29,1
Erdgold	Baden	14,92	11,10	25,6	6,45	56,8	41,9
Edelragis	„	14,18	9,28	34,6	6,86	51,6	26,1
Ackersegen	„	20,49	10,15	50,5	6,50	68,3	36,9
Ackersegen	„	18,44	9,64	47,7	5.86	69,7	39,2
Erdgold	Sachsen-Anhalt	16,87	10,05	40,4	6,92	59,0	31,1
Edelragis	„ „	19,07	15 67	17,8	8,88	53,4	43,3
Ackersegen	„ „	17,08	10,72	37,2	6,75	60,5	37,0
Erdgold	Bayern	13,14	9,36	28,8	6,89	47,6	26,4
Edelragis	„	17,17	12.58	26,7	6.64	61,3	47,2
Ackersegen	„	15,05	8,87	41,1	6,47	57,0	27,1

Tabelle 10

Durchschnittlicher Vitamin C-Gehalt der Kartoffeln während der Lagerung von Oktober—Juni in mg.

Wachholder und seine Mitarbeiter fanden:

Im Monat	Roh		Durchschnitt v 15 Sorten	In Schale gekocht		Durchschnitt v. 15 Sorten gekocht	Durchschnitt v. 7 Sorten roh
	von	bis	roh	von	bis		
Oktober	21,5	—32,0	24,2	13,1	- 23,4	17,9	30,0
November	15,6	- 26,2	20,2	10,6	—18,6	15,3	—
Dezember	—		—	—		—	—
Januar	—		—	—		—	—
Februar	7,4	—19,2	13,9	6,7	—16,6	11,7	15,8
März	—		—	—		—	—
April	6,4	— 13,8	10,0	5,2	— 12,8	8,2	14,7
Mai	—		—	—		—	—
Juni	6,8	—12,8	8,9	5,5	—9,3	7,7	—

Tabelle 11

Ergebnisse von Scheunert waren:

Im Monat	Roh		Durchschnitt	In Schale gedämpft		Durchschnitt gedämpft
	von	bis	roh	von	bis	
Oktober	—		—	14,1	—25,2	17,85
November	—		—	12,4	—19,4	15,2
Dezember	—		—	—		—
Januar	9,6	—12,4	10,75	9,3	—15,7	11,2
Februar	9,3	—16,3	12,9	8,3	—13,2	10,2
März	7,0	—15,65	11,3	7,8	—10,6	9,1
April	5,1	—13,7	9,1	5,9	— 9,8	7,2
Mai	5,3	—8,6	6,8	5,3	— 8,9	7,05
Juni	5.6	—10,6	7,1	4,8	— 7,8	6,1

Bevor Prof. Scheunert aber zum Abschluß seiner gesamten Betrachtungen über den Vitamin C-Gehalt der Kartoffeln glaubt, berechtigt zu sein, Durchschnittswerte aufstellen zu dürfen, die für in der Schale gekochte oder gedämpfte Herbstkartoffeln deutscher Herkunft gelten sollen, stellt er nochmals seine eigenen Ergebnisse denen anderer Autoren, vor allem denen von Wachholder gegenüber (Tabelle 10, Tabelle 11). Vergleicht man nun die von Wachholder gefundenen Werte mit denen von Scheunert, so tritt trotz der verschiedenen Zubereitung der Kartoffeln eine durchaus befriedigende Uebereinstimmung zutage. Scheunert legt infolgedessen für in der Schale gedämpfte oder

sogar gekochte Kartoffeln deutscher Herkunft maximale Standarddurchschnittswerte in mg% Ascorbinsäure fest. Sie betragen in mg% Ascorbinsäure ausgedrückt:

Im Oktober	:	18 mg%
Im November	:	15 mg%
Im Dezember	:	13 mg%
Im Januar	:	11 mg%
Im Februar	:	10 mg%
Im März	:	9 mg%
Im April	:	8 mg%
Im Mai	:	7 mg%
Im Juni	:	7 mg%

D: Zusammenfassung.

Im Gegensatz zu den westlichen Völkern und den Vereinigten Staaten von Amerika ist Deutschland ein kartoffelverzehrendes Volk. Die Kartoffel ist unser deutsches Brot und nimmt als wichtigstes Volksnahrungsmittel allein 12% des gesamten Nahrungsverzehrs ein. Laut Veröffentlichung des Reichsnährstandes ißt jeder Deutsche durchschnittlich 175 kg Kartoffeln pro Jahr, also nach Abzug von Verlusten, wie Schalen, faule Kartoffeln usw., etwa 400 g täglich. Bei der Angabe von 400 g täglichem Kartoffelverzehr handelt es sich um einen Durchschnittswert des gesamten Deutschen Reiches vom Jahre 1938. Speziell für Bayern stimmt diese Angabe kaum, da in diesem Lande sehr wenig Kartoffeln gegessen werden, sondern bedeutend mehr Fleisch und Brot, die ja ebenfalls als Vitamin C-Quellen bekannt sind. Demgegenüber muß aber auch wieder festgestellt werden, daß z. B. in Westfalen, Rheinland, Mecklenburg, Pommern, Holstein, Ostpreußen u. a. m. der tägliche Verzehr 400 g bedeutend überschreitet. Im ersten Kriegswinter 1939, wo den bayerischen Landsleuten durch Einführung der Reichsfleischkarte der Fleischkonsum eingeteilt wurde, mußte dieses notgedrungen zu einer Verknappung der Kartoffeln in diesem Lande führen, da jede Familie als Ersatz für die kleinere Fleischration zur Kartoffel griff. Scorbut ist trotzdem in keinem Falle beobachtet worden.

Bevor die rohen Nahrungsmittel jedoch im menschlichen Körper zur Resorption gelangen, sind sie meistens einer oder mehreren Küchenoperationen sowie sonstigen Einflüssen des Vorbereitens unterworfen, welche stets einen Verlust an Vitamin C mit sich bringen. Bei der Beurteilung der Kartoffel als Vitamin C-Quelle für die menschliche Ernährung wurde bei Abfassung dieser Arbeit vor allen Dingen Wert auf die Ergebnisse des C-Gehaltes zubereiteter Kartoffeln gelegt, da ja die rohe Knolle praktisch bedeutungslos ist. Nur zu Vergleichszwecken

bei den Verlusten wurde auf letztere zurückgegriffen. Wenn wir uns daher die für verarbeitete Kartoffeln ermittelten Ergebnisse sämtlicher aufgeführter Autoren nochmals vergegenwärtigen (Fast der ganze Ascorbinsäuregehalt bleibt beim Dämpfen oder auch Kochen in der Schale erhalten, etwa 25 - 50% geht beim haushaltmäßigen Kochen geschälter Kartoffeln verloren. Sehr stark vitaminzerstörend wirken sich das Aufbewahren und Aufwärmen im gekochten Zustande, das Uebergarkochen der Speisen, sowie eine weitgehende Zerkleinerung oder ein Zerreiben der Kartoffeln aus.), können wir feststellen, daß der Vitamin C-Gehalt der Kartoffeln innerhalb ganz bestimmter Grenzen schwankt und zwar so, daß die in verschiedenen Sorten und aus verschiedener Herkunft und unter verschiedener Düngung gefundenen Werte immer in die von Scheunert angegebenen Standarddurchschnittswerte fallen. Nehmen wir also einen durchschnittlichen Tagesbedarf von 25 — 50 mg Ascorbinsäure und einen täglichen Verzehr von 400 g Kartoffeln an, so ist ersichtlich, daß ein Genuß selbst überwinterten Materials noch im Juni ohne weiteres den Minimaltagesbedarf deckt, und bei etwas reichlicherer Aufnahme eine optimale Versorgung fast gesichert erscheint.

Prof. Holtz [4]) geht in seiner soeben erschienenen Arbeit noch weiter durch die Feststellung, daß mit den bislang angewandten Bestimmungsmethoden nur e i n Teil der im Gewebe enthaltenen Ascorbinsäure, die „freie Form", erfaßt wird, während ein anderer Teil in der Eiweißfällung als an Eiweiß „gebundene Form" zurückbleibt, die nur durch Hydrolyse des Eiweißniederschlages in Freiheit gesetzt werden kann. Diese gebundene Form des Vitamins soll sich von der freien Ascorbinsäure vor allem durch ihr Verhalten gegen Sauerstoff unterscheiden und weitgehend geschützt gegen irreversible Oxydationen sein. Mit anderen Worten kann dieses die jedem direkten Angriff und Prozeß entzogene Reserve- oder Depotform des Vitamins sein, wodurch bewiesen wäre, daß eine optimale Vitamin C-Versorgung in den langen Winter- und Frühjahrsmonaten nur noch gesicherter wäre. Dementsprechend würden sich dadurch ja auch die von Scheunert angegebenen Standarddurchschnittswerte um ein nicht gerade geringes Maß erhöhen. Wie sich die getroffenen Forschungen auch immer auswirken mögen, steht für uns vorläufig bis zur völligen Klärung dieser Angelegenheit nur das eine als bindend fest, immer und immer wieder darauf einzuwirken, daß durch unzweckmäßige Zubereitung der Vitamingehalt besonders im gelagerten Material nicht noch mehr vermindert wird. Wir würden uns nämlich hierdurch oder auch durch eine über Stunden sich hinausziehende Ausgabe der gar gekochten Kartoffeln eines für den Stoffwechsel des Menschen sehr bedeutenden Faktors berauben. Die lange Ausgabezeit der Kartoffeln gilt besonders

für Werkskantinen, Groß-Gaststätten, Truppenküchen und zum Teil auch für Krankenhäuser. Um auch hier den Vitamin C-Bedarf zu gewährleisten, muß zuerst eine Dezentralisation der Küchen erfolgen und die Ausgabe des gekochten Materials sofort vorgenommen werden. Weiterhin muß die kühle Lagerung in den Kellern unter Beobachtung gestellt werden, da die günstigste Lagertemperatur sich zwischen 2 8° C bewegt. Eine Temperatur von 10° C darf unter keinen Umständen überschritten werden, da sich dieses schlimmer auswirkt, als z. B. das Gegenteil das Einfrieren , wobei von Scheunert fast überhaupt kein Verlust an Ascorbinsäure ermittelt werden konnte. Werden bei den oben aufgeführten Instituten diese Bedingungen erfüllt (bei der Wehrmacht ist dieses bereits geschehen), so kann auch hier mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit behauptet werden, daß wenigstens der minimalste Tagesbedarf immer erreicht werden kann.

Nach alledem wird es Aufgabe der nächsten Zukunft sein, einen aussichtsreichen Weg zu finden, die Versorgung der Bevölkerung mit Vitamin C nicht nur minimal, sondern ausnahmslos optimal zu gestalten. Es handelt sich hierbei nämlich nicht mehr um ein Thema rein wissenschaftlicher Forschung, sondern um ein Problem, an dem der praktizierende Arzt genau so wie jeder andere, der in größerem oder kleinerem Kreise für Leistung, Gesundheit und Wohlfahrt verantwortlich ist, in höchstem Maße interessiert sein muß.

Für die freundliche Uebernahme des Referates und das wohlwollende Interesse möchte ich an dieser Stelle dem Vorstande der chemischen Abteilung des physiologischen Institutes Herrn Prof. Dr. med. habil. A. Hahn herzlichst danken.

Literatur.

1) Z. f. Unters. Lebensmittel. 60, 34, 1930 und 1, 21, 241, 253/54, 267, 1932. Biochem. Z. **250**, 312, 1932.
2) Biochem. J. 22, 1387, 1928. Verh. dtsch. Ges. inn. Med. 426, 1934.
3) Nature S. 576, 690, 1932.
4) Biochem. Z. 273, 170, 1934.
5) Biochem. Z. **28**, 1565, 1934. Food. Res. **2**, 85/95, 1937.
6) J. Biol. **108**, 563, 1935; **110**, 559, 1935.
7) C. r. Soc. Biol. **118**, 1088, 1935.
8) Biochem. J. **28**, 268, 1934.
9) Mercks Jahresberichte **49**, 76, 93, 1935.
10) Klin. Wochschr. 85, 1936.
11) Klin. Wochschr. 94, 1936, und 600, 1937.
12) Hoppe Seyler's Z. **239**, 149, 1936. Klin. Wochschr. 10, 1105, 1740, 1937 und 5, 1938.
13) Biochem. J. **30**, 2291, 1936. Act. brev. Neerl. 5, 165, 1936. Neerl. Tijdschr. f. Geneesk. **31**, 3620, 1936. Nature Bd. 136, H. 3430, S. 144/45, 1935.
14) Acta med. Scand. 1937, **92**, 1; C. 37, **II**, 613. Nord. Hyg. Tidskr. Bd. 17, Heft 5/7, 1936. Z. f. Unters. Lebensmittel **73**, 43/47, 1937.
15) Biochem. J. 30, 2290, 1936.
16) Zentralblatt f. inn. Med. **58**, 289, 1937.
17) Acta brev. Neerl. 6, 86, 1936.
18) Münch. Med. Wochschr. 988, 1935. Klin. Wochschr. Nr. 12, S. 414, 1939.
19) Biochem. J. 27, 590, 1933. Lanzet **230**, 1488, 1936. Biochem. J. **27**, 303, 580, 2006, 1933.
20) Science **80**, 561, 1934.
21) Klin. Wochschr. S. 1787, 1938 und S. 273, 1285, 1939. Münch. Med. Wochschr. 811, 1938.
22) J. home Econ. Bd. 26, 9, 1937.
23) Klin. Wochschr. Jahrg. 19, Nr. 21, S. 491, 1940.
24) Gewerbefleiß **107**, 1928, H. 11. Dtsche. Med. Wochschr. H. 20, 835. Die Volksernährung, Berlin 1929, 2. Auflage. Gas u. Wasserfach **75**, 567, 1932.
25) Idaho Sta. Bull. **179**, 1931, 31/32.
26) J. Biol. Chem. **103**, 687, 1933.
27) Naturwissenschaften H. 49, S. 821, 1934.
28) Acta Vitaminologiae 1, Nr. 2/3, 1938; dtsch. 137.

29) J. Nutrition **12**, 15, 1936.
30) Z. f. Vit.Forschg. Bd. 10, Heft 1/2, 1940.
31) Wyoming Sta. Bull. **213**, 24, 1936.
32) J. Soc. Chem. Ind. **55**, 153/63, 1936.
33) Duodecim (Helsingfors) Bd. 52, 787, 1936.
34) Biochem. Z. **288**, 261, 1936.
35) Biochem. Z. **290**, Heft 5/6, S. 313, 1937.
36) Diss. München 1937.
37) Oslo 1937, J. Kommisjon hos Morten Johansen.
38) Biochem. Z. **294**, Nr. 1/2, 138, 1937. Vorratspflege und Lebensmittelforschung Bd. 1, S. 693, 1938.
39) Biochem. Z. **295**, 237, 1938.
40) Dtsch. Militärarzt **465**, 1938.
41) Biochem. Z. **305**, 1, 1940.
42) Biochem. Z. **305**, Heft 1, S. 4, 1940.
43) Klin. Wochschr. 19. Jahrg. Nr. 6, 1940.
44) Hoppe Seyler's Z. 235, 12, 1935. Klin. Wochschr. 752, 1939.

Ferner wurde an Literatur benutzt:

a) Kroker: Forschungsdienst Bd. 5, S. 243, 1938; Bd. 6, H. 3, S. 107, 1938; Bd. 7, Heft 6, S. 619, 1939.
b) Kühnau: Vitamine und ihre klinische Anwendung. Verlag Enke, Stuttgart, II. Auflage, S. 118, 1937.
c) Lunde: Vitamine in frischen und konservierten Nahrungsmitteln. Verlag J. Springer. 1940.
d) Vetter u. Winter: Z. f. Vit.Forschg. Bd. 7, Heft 2, 1938.

Lebenslauf.

Am 2. Juli 1912 wurde ich als Sohn des Rektors Gustav Burchard und seiner Ehefrau Elisabeth geb. Niggemeyer zu Hagen geboren. Nach Besuch der Volksschule und des Gymnasiums in Bochum bestand ich im März 1932 am Staatlichen Gymnasium Paulinum zu Münster die Reifeprüfung. In Rostock, Jena und München studierte ich Medizin.